

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 08311594
PUBLICATION DATE : 26-11-96

APPLICATION DATE : 16-05-95
APPLICATION NUMBER : 07117442

APPLICANT : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE;

INVENTOR : KAWAI KIYOHIRO;

INT.CL. : C22C 21/06 C22F 1/047

TITLE : AL-MG ALLOY SHEET EXCELLENT IN BENDABILITY AND ITS PRODUCTION

ABSTRACT : PURPOSE: To provide an Al alloy sheet having superior bendability, excellent in external appearance and working line after bending and having superior bending precision.

CONSTITUTION: This Al-Mg alloy sheet excellent in bendability is an Al-Mg alloy sheet at least containing 1.5-3.5% Mg. In this Al-Mg alloy sheet, the crystalline grain size in the unrecrystallized part in the sheet surface and the area ratio of the unrecrystallized part are regulated to $\leq 50\mu\text{m}$ and $\geq 90\%$, respectively, and also the difference between the tensile strength in the direction parallel to rolling direction and the tensile strength in the rectangular direction is regulated to $\leq 30\text{N/mm}^2$. This Al-Mg alloy sheet can be obtained by subjecting the alloy to process annealing so that the recrystallized grain size after annealing becomes $\leq 50\mu\text{m}$, to cold rolling at 10-25%, and then to final annealing at 200-260°C.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-311594

(43) 公開日 平成8年(1996)11月26日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F 1	技術表示箇所
C 2 2 C 21/06			C 2 2 C 21/06	
C 2 2 F 1/047			C 2 2 F 1/047	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平7-117442

(22) 出願日 平成7年(1995)5月16日

(71) 出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72) 発明者 河合 清寛

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

(54) 【発明の名称】 曲げ加工性に優れたAl-Mg系合金板とその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 曲げ加工後の外観、加工線が綺麗で、曲げ加工精度が良好な優れた曲げ加工性を有するAl-Mg系合金板を提供することを目的とする

【構成】 少なくともMg 1.5~3.5%を含むAl-Mg系合金板において、板表面に於ける未再結晶部分の結晶粒径が50μm以下で、且つ未再結晶部分の面積比率が90%以上で圧延方向に平行な方向の引張強さと直角方向の引張強さの差が30N/mm²以内である曲げ加工性の良好なAl-Mg合金板で、これは焼鈍後の再結晶粒径が50μm以下となるような中間焼鈍を行った後、10~25%の冷間圧延を行い、その後200~260℃で最終焼鈍を施して得られる。

【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくともMg 1.5～3.5%（以下、%は重量%を示す）を含むAl-Mg系合金板に於いて、圧延方向と直角な方向の板表面における未再結晶部分の結晶粒径が50μm以下で、且つ上記未再結晶部の占める部分の面積比率が90%以上で、圧延方向に平行な方向の引張強さと直角方向の引張強さの差が30N/mm²以内であることを特徴とする曲げ加工性に優れたAl-Mg系合金板。

【請求項2】焼鈍後の再結晶粒度が50μm以下となるような中間焼鈍を行った後、10～25%の冷間圧延を行い、その後、200～260℃で最終焼鈍を施すことを特徴とする請求項1に記載の曲げ加工性に優れたAl-Mg系合金板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は電子及び電気機器部品用、機械部品用或いは内・外装用建材として板金加工或いはプレス加工、特に曲げ加工が行われる箇所に使用される加工性に優れたAl-Mg系合金板とその製造方法

【0002】

【従来の技術】一般に、成形加工用Al-Mg系合金板の製造は通常、次の2種類の方法によって行われる。即ち、一つの方法は鋳塊均熱処理、熱間圧延を行い、その後直ちに、或いは冷間圧延を行った後中間焼鈍を行い、更に、所要の板厚と機械的性質を得るような冷間圧延率で冷間圧延を行った後、機械的性質に大きな変化を及ぼさない温度、一般には、120～180℃で加熱して機械的性質の経時変化を防止する為の安定化処理を行う製造方法（H3X法）である。

【0003】他の一つの方法は鋳塊均熱処理、熱間圧延を行った後、冷間圧延を行うか、或いは行うことなく、一般には、圧延率40%以上の冷間圧延をおこなって所要の板厚に仕上げ、硬質材を得た後、300℃以上の温度で部分焼鈍を行い所要の機械的性質を得る、半硬質Al-Mg系合金板の製造方法（H2X法）である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来、機械部品、電子・電気機器部品のケース及びシャーシ、部品取付盤、放熱板、内外装建材にはJIS規格4000に規定されたA5052P-H32、-34或いは-H22、-H24が多く使用されている。しかし、最近、これらの部品が各種技術の進歩によって、軽量化される傾向が顕著になると同時に、加工後の外観の美観さと曲げ加工精度の良いことが一層強く要求されるようになってきた。特に、最近では、建材用パネル、操作盤用パネル等の耐久性、耐食性の向上を狙ってアルミニウム合金パネルが、しかも大板が用いられるケースも多くなって来た。この様な大型パネルには、従来、鋼板が使用される場合も多

かったが、鋼板とアルミニウム合金板とを比較すると、比較的単純な曲げ加工に於いてもアルミニウム合金板の場合は鮮鋭な曲げ加工線が得られず、曲げ加工を行った製品の外観が鈍重な印象を与えるという欠点があった。また、この様な板を組立部材として使用するとき、予め板にボルト或いはビス穴加工を行った後、曲げ加工を行いボルト或いはビス締めする事もしばしば行われるが、綺麗な曲げ加工が出来ない場合は相手部材との穴合わせ精度が悪くなり、円滑な作業が出来なくなる問題が発生する。従来も、この様な用途には中強度Al-Mg系合金板が使用されて来たが、加工性が良好と云われる軟質材を用いると綺麗な加工線、外観が得られず、また、従来の製造方法によって、中間調質材を使用すると、曲げ加工性が劣り、曲げ加工部に亀裂、割れを生じるなどの問題があった。従って、綺麗な曲げ加工線を得る為には、工業用純アルミニウム系の材料或いはMn、Mg等の添加元素量が約1%程度の強度を犠牲にした材料を使用せざるを得なかった。

【0005】曲げ加工に於ける中強度のAl-Mg合金焼鈍材の問題点について、更に詳しく説明する。例えば5052-Oを用いる場合は曲げ半径0T（ここでTは曲げ加工される板の板厚を表す）用の曲げ用治具を用いて割れを発生することなく曲げることは可能であるが、図2に示す様に、ポンチ荷重により曲げ変形途中で局部変形を生じ、材料は図2（A）のXに示す部分で局部的に不均一に硬化する。このため、曲げ加工の終了時点でポンチと雌型の間で材料を圧縮しても、スプリングバックが強く、型馴染みが十分でなく、図2（B）に示す様に、曲げ加工線近傍にたわみを生じるとともに、内側曲げ半径を0Tとすることが困難で綺麗な曲げ形状（シャープな曲げ加工線）がえられない。

【0006】更に、JIS規格によればA5052Pの最小90度曲げ半径は板厚0.8mmの場合、1Tであり、板厚1.6mmの場合1.5T、板厚3.2mmの場合、2Tであることが示されており、0Tでの曲げが困難であることを認め、0Tでの曲げ加工が可能であることを要件とはしていない。然るに、この様な部品或いは製品は高精度化、曲げ外観改善のために上記材料の最小曲げ半径は0T曲げが可能であることが強く要求されるに至った。また、板の曲げ加工性は板の圧延方向に平行な曲げ加工線に沿って曲げ加工を受ける場合、圧延方向と直角な曲げ加工線に沿って曲げられる場合よりも曲げ加工性に劣る。即ち、曲げ加工性に異方性を生じるという問題も指摘されるようになってきており、加工性の改善と共に、異方性の解消も要求されている。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は以上の事情を背景に、鋭意研究を重ねた結果、中間焼鈍後の最終冷間圧延率及び最終焼鈍条件を制御して、最終焼鈍後の再結晶組織を調整することにより、上記の問題を解決する方法

を見いだしたものである。まず、本願請求項1の発明は、少なくともMg 1.5～3.5%（%は重量%を示す）を含むAl-Mg系合金板に於いて、圧延方向と直角な方向の板表面における未再結晶部分の結晶粒径が50μm以下で、且つ上記未再結晶部の占める部分の面積比率が90%以上で、圧延方向に平行な方向の引張強さと直角方向の引張強さの差が30N/mm²以内であることを特徴とする曲げ加工性に優れたAl-Mg系合金板である。

【0008】次に、請求項2の発明である曲げ加工性良好なアルミニウム合金板の製造方法は、すくなくともMg 1.5～3.5%を含むAl-Mg系合金板の製造に於いて、焼鈍後の再結晶粒度が50μm以下となるような中間焼鈍を行った後、10～25%の冷間圧延を行い、その後、200～260℃で焼鈍を施すことを特徴とする。

【0009】

【作用】まず、本発明に於ける合金成分の限定理由について説明する。本発明におけるAl-Mg系合金板はMgの固溶強化を材料強化の基本手段とするアルミニウム合金板であり、そのほか補助的にMn、Cr、Zr、Ti等の添加による結晶粒微細化が考慮されたものを含む。

【0010】具体的には、必須成分としてMgを1.5～3.5%含有し、そのほか必要に応じてMnを0.05～1.0%、Crを0.03～0.3%、Zrを0.03～0.3%、Tiを0.03～0.1%のうち1種または2種以上を含有するものとする。

【0011】これらの必須成分及び必要に応じて添加される成分の限定理由を次ぎに説明する。Mgはアルミニウムマトリックス中に固溶して合金板の機械的性質を上昇させる効果を有するが、Mg 1.5%未満では曲げ加工の点で、特に障害は認められないが、十分な機械的性質が得られず、3.5%以上では、次に述べる組織の制御あるいは製造条件の制御を行っても十分な曲げ加工性の改善の効果が得られないからである。

【0012】Mn、Cr及びZrはいずれも鋳塊均熱処理或いは熱間圧延に於いて微細析出物を形成し、板の肌荒れを防止する作用を有する。Mnでは0.05未満、Cr及びZrでは0.03%未満ではその効果は十分でなく、またMnは1.0%を、Cr及びZrは0.3%をそれぞれ越えると合金製造時に粗大な金属間化合物を形成し易く、これが成形加工時に於ける割れ発生に関与し、曲げ加工性を却って阻害するため好ましくない。

【0013】Tiは単独あるいはBと共存して合金の鑄造組織を微細化し、製品の結晶粒の粗大化を防止する効果を有する。しかし、0.05%未満ではその効果は十分でなく、0.1%を越えると過剰のTi化合物を生成する。この化合物は製品が陽極酸化処理される場合にはストリンガー状の表面欠陥を発生する危険を生じるので

好ましくない。

【0014】次に、請求項1の発明に於いて、未再結晶部分の面積比率を90%以上としたのは、90%未満では、材料は過度の軟化状態となり、曲げ加工後の加工線の外観が良くないからである。

【0015】次に、中間焼鈍後の再結晶粒度を50μm以下としたのは、曲げ加工により加工を受けた材料表面が再結晶粒度50μm以上では肌荒れを生じ外観を損なうからである。

【0016】圧延方向に平行な方向の引張強さと直角方向の引張強さの差が30N/mm²以内であることとしたのは、この引張り強さの差が30N/mm²を越えると曲げ加工性に異方性が現れる為である。即ち、曲げ加工線が圧延方向と直角の場合は割れることなく曲げ得ても、平行方向の場合には割れが発生し易いからである。

【0017】また、請求項2の発明に於いて、最終冷間圧延率と最終焼鈍温度は極めて重要である。即ち、発明のAl-Mg系合金板に於いては、曲げ性の良好な状態は適正な冷間圧延加工と適正な焼鈍状態の組み合わせによって得られるからである。即ち、最終圧延率と最終焼鈍温度の関係を種々検討の結果、最終冷間圧延によって形成される加工組織を最終焼鈍によって新しい再結晶粒が出現しないで、且つ、回復を最も進行させた状態が最も曲げ加工性の良好な状態である事を見いだした。望ましくは再結晶粒が出現しない事であるが、未再結晶組織が90%以上ならば実用上、許容することができる。

【0018】最終冷間圧延率を10～25%とし、最終焼鈍温度を200～260℃とする理由について述べる。最終冷間圧延率10%未満のとき、最終焼鈍温度200℃未満では焼鈍の効果が十分でなく、260℃を越える範囲では粗大再結晶粒が出現し、肌荒れを生じ易くなると共に、材料が過度の軟化状態となり、綺麗な曲げ加工線が得られない。また、最終冷間圧延率が25%を越える場合は、最終焼鈍温度200℃未満では焼鈍の効果が十分でなく、260℃を越える範囲では材料の回復・再結晶が急激に進行し易くなる為、過度の軟化状態となり、綺麗な曲げ加工線が得られなくなる。更に最終圧延率が25%を越えると、材料の異方性が大きくなり、曲げ加工を板の圧延方向と直角方向に行うとき、平行方向に行うときより割れを生じ易くなる。焼鈍時間は特に指定しないが、通常の焼鈍条件で行われる焼鈍時間で行って良い。また、急速加熱が可能な連続焼鈍炉を用いて最終焼鈍を行うことも差し支えない。

【0019】次に、異方性を解消するための方法についても種々研究を行った結果、上記の最終冷間圧延と最終焼鈍を行い、且つ材料の圧延方向に平行な方向の引張強さと直角な方向の引張強さとの差が30N/mm²以下のとき、曲げ加工の異方性が認められなくなる事を見いだした。材料の異方性は材料の鋳塊加熱、熱間圧延、中間焼鈍、中間冷間圧延率に影響されるが最終圧延率を10～

25%とし、最終焼鈍温度を200～260℃とする事によって、上記の引張強さの差は30N/mm²以下となる。

【0020】

【実施例】以下、本発明の実施例を、比較例とともに示す。表1に示す合金組成のアルミニウム合金を通常のD C 鋳造法によって500×1500×4000mmの鋳塊とし、560℃で3時間の鋳塊加熱を行い、引き続いて熱間圧延により厚さ8mmの熱間圧延板とした。次いで、中間冷間圧延により最終圧延率で表2に示す最終板厚が得られる中間厚さまで冷間圧延した後、中間焼鈍を350℃で、2時間行った。続いて、表2及び表3に示す条件で最終圧延と最終焼鈍を行った。以上のようにして得られた最終焼鈍後の板について、引張り試験、曲げ試験、結晶粒度試験を行った結果を表2及び表3に併せて示す。

【0021】中間焼鈍後の再結晶粒径は、中間焼鈍後の材料より30×30mm²のサンプルを採取し、その結晶*

*粒界をエッチングして現出させ、金属顕微鏡を用いてその平均粒径を求めた。引張り試験はJIS5号引張り試験片を用い引張り方向が圧延方向と一致する平行方向、圧延方向と直角をなす方向からそれぞれ採取し、引張り試験を行った。曲げ試験はJIS3号曲げ試験片を、引張り試験と同様、曲げ加工線が圧延方向と平行或いは直角の方向になるよう各材料より2種類の曲げ試験片を採取し、JISに定めるVブロック法により曲げ半径を0Tとする90°曲げ試験を行った。曲げ加工性の評価は外観観察によって行った。即ち、曲げ加工部の曲げ状態については試験片を曲げ加工治具から取り出したとき、内側曲げ半径が0Tで綺麗に曲げられているものを○、0Tより大きい曲げ半径の状態のものを×した。また、曲げ部の外面を観察し、肌荒れ或いは割れが認められないものを○、肌荒れ或いは割れが認められるものを×として評価した。

【0022】

【表1】

合金 番号	成 分 (重 量 %)							
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zr	Ti
本 発 明 例	1	0.21	0.58	0.14	0.03	1.60	0.05	0.03
	2	0.10	0.35	0.05	0.00	2.38	0.30	0.01
	3	0.13	0.24	0.09	0.78	3.21	0.19	0.01
	4	0.15	0.35	0.09	0.70	2.78	0.35	0.14
比 較 例	5	0.23	0.35	0.06	0.03	1.12	0.00	0.02
	6	0.15	0.28	0.09	0.02	3.74	0.41	0.01

【0023】

※ ※ 【表2】

区分	番号	合金番号	中間焼鈍後結晶粒径 μm	最終冷間圧延率 %	最終焼鈍温度 ℃	最終板厚 mm	未再結晶組織比率 %	機械的性質				引張強さ差 N/mm ²	曲げ試験結果				
								平行方向		直角方向			加工後曲げ部の状況	直角方向		平行方向	
								引張強さ N/mm ²	耐力 N/mm ²	引張強さ N/mm ²	耐力 N/mm ²			肌荒	割れ	肌荒	割れ
本発明例	1	1	43	18	230	3.5	100	155	90	152	64	3	○	○	○	○	
	2	1	43	10	240	3.0	100	133	98	120	94	13	○	○	○	○	
	3	2	40	10	255	3.0	100	205	157	203	147	2	○	○	○	○	
	4	2	40	15	240	3.0	100	226	165	220	168	16	○	○	○	○	
	5	2	40	20	230	3.0	100	213	162	210	157	3	○	○	○	○	
	6	2	40	25	240	3.0	95	224	157	207	148	17	○	○	○	○	
	7	2	35	20	240	4.0	100	214	173	201	163	13	○	○	○	○	
	8	3	40	20	240	3.0	98	294	206	287	203	7	○	○	○	○	
	9	4	35	18	250	3.0	100	206	179	211	174	13	○	○	○	○	

【0024】

【表3】

区分	番号	合金 番号	中間焼 鈍後結晶 粒徑 μm	最終 冷間圧 延率 %	最終 焼鈍 温度 ℃	最終 板厚 mm	未再結 晶組織 比率 %	機械的性質				引張強 さ N/mm ²	加工後 曲げ部 の状況	曲げ試験結果			
								平行方向		直角方向				直角方向		平行方向	
								引張強 さ N/mm ²	耐力 N/mm ²	引張強 さ N/mm ²	耐力 N/mm ²			肌荒	割れ	肌荒	割れ
従来 例	10	2	50	45	250	3.0	80	255	205	248	200	7	×	○	×	○	×
	11	2	60	60	350	3.0	0	193	73	189	73	5	×	×	○	×	○
比 較 例	12	2	75	20	240	3.0	100	196	83	181	77	17	×	×	○	×	×
	13	2	40	20	240	3.0	100	248	187	209	164	34	○	○	○	○	×
	14	5	40	20	240	3.0	100	145	132	133	128	12	○	○	○	○	○
	15	6	40	20	240	3.0	100	283	182	275	173	8	○	○	×	○	×

【0025】表2に示すように、本発明により得られた合金板はいずれも従来法によるものと比較して良好な曲げ加工性を有しており、従来、この用途に一般的に用いられてきた完全焼鈍材（-○材）或いは中間調質材よりも高い引張り強さと曲げ性をもつ優れた材料であることは明かである。本発明の方法によって得られた材料は図1に示すように内側曲げ半径0Tの綺麗な曲げ加工を容易に行うことができる。

【0026】

【発明の効果】以上の実施例からも明かなごとく、本発明によれば、曲げ加工性が飛躍的に優れたAl-Mg系合金板を得ることができる。従って、電子機器用パネル、建材、車両用材料等の曲げ加工が行われる板の用途に供されるアルミニウム合金板の製造に適用し極めて有益である。

【図面の簡単な説明】

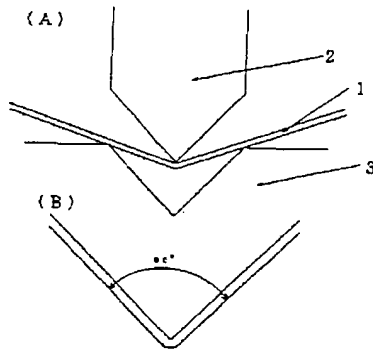
【図1】本発明のAl-Mg系合金板の曲げ加工状況を示す。1-(A)は曲げ加工行程中の材料の変形状況を、1-(B)は曲げ加工後の材料の形状を示す。

【図2】従来のAl-Mg系合金板の曲げ加工の状況を示す説明図であって、2-(A)は加工行程中の材料の変形状況を、2-(B)は曲げ加工後の材料の形状を示す。

20 【符号の説明】

- 1 曲げ加工を受けている材料
- 2 曲げ加工用ポンチ
- 3 曲げ加工用雌型
- 4 曲げ加工後の材料形状
- X 曲げ加工時の加工時の不均一変形部

【図1】



【図2】

